

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284608

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/82

H 0 1 L 21/82

D

G 0 3 F 1/08

G 0 3 F 1/08

T

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平9-83473

(22) 出願日 平成9年(1997)4月2日

特許法第30条第1項適用申請有り 1996年12月8日~12月11日 I E E E 電子デバイス部会主催の「国際電子デバイス会議 1996」において文書をもって発表

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 三坂 章夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72) 発明者 合田 明彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72) 発明者 海本 博之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

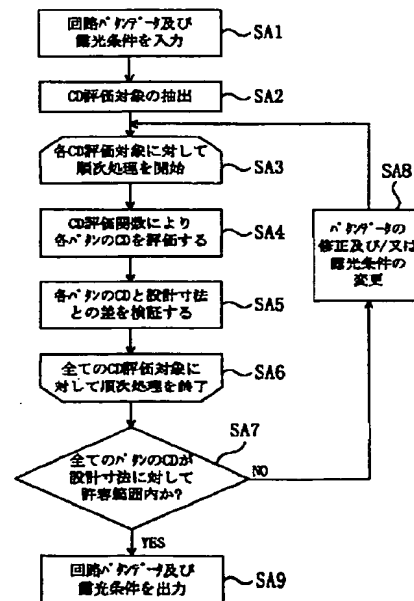
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 L S I 用パターンのレイアウト作成方法及び L S I 用パターンの形成方法

(57) 【要約】

【課題】 リソグラフィ工程における露光条件が変更になっても、変更後の露光条件に対応するマスクレイアウトを速やかに作成できるようにする。

【解決手段】 パターン仕上がり寸法 (C D) が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側の第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数の多項式によって表わされた C D 評価関数式を作成する。L S I 用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出し、C D 評価関数式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を代入することにより、対象パターンの C D を算出する。算出された C D が許容範囲内であると判断するときに、C D 評価関数式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいて L S I 用パターンのマスクレイアウトを作成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、

L S I用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、

前記仕上がり寸法評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記L S I用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、前記対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、

算出された仕上がり寸法が許容範囲内であるか否かを判断し、算出された仕上がり寸法が許容範囲内であると判断するときに、前記仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいて前記L S I用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程とを備えていることを特徴とするL S I用パターンのレイアウト作成方法。

【請求項2】 前記仕上がり寸法評価式作成工程は、マスクにおける前記第1のスペースの幅寸法と前記第2のスペースの幅寸法とが異なる場合に、前記連続関数を、前記第2のスペースの幅寸法が前記第1のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件を変数とする連続関数と、前記第1のスペースの幅寸法が前記第2のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件を変数とする連続関数とを平均して求める工程を含むことを特徴とする請求項1に記載のL S I用パターンのレイアウト作成方法。

【請求項3】 リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、

リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法と目標とするパターン設計寸法との寸法差が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる寸法差評価式を作成す

る寸法差評価式作成工程と、

L S I用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、

前記仕上がり寸法評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記L S I用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、前記対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、

前記寸法差評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記L S I用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、前記対象パターンの仕上がり寸法と目標とする設計パターン寸法との寸法差を算出する寸法差算出工程と、

算出された寸法差が所定値以下であるか否かを判断し、算出された寸法差が所定値以下であると判断するときに、前記仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいて前記L S I用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程とを備えていることを特徴とするL S I用パターンのレイアウト作成方法。

【請求項4】 リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、

リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法と目標とするパターン設計寸法との寸法差が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる寸法差評価式を作成する寸法差評価式作成工程と、

L S I用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、

前記仕上がり寸法評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記L S I用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、前記対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、

前記寸法差評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記LSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を、前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件のうちの少なくとも1つに揺らぎを与えつつ代入することにより、寸法差分散幅を算出する寸法差分散幅算出工程と、

算出された寸法差分散幅が許容範囲内であるか否かを判断し、算出された寸法差分散幅が許容範囲内であると判断するときに、前記仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいて前記LSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程とを備えていることを特徴とするLSI用パターンのレイアウト作成方法。

【請求項5】 前記仕上がり寸法評価式作成工程は、マスクにおける前記第1のスペースの幅寸法と前記第2のスペースの幅寸法とが異なる場合に、前記連続関数を、前記第2のスペースの幅寸法が前記第1のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件を変数とする連続関数と、前記第1のスペースの幅寸法が前記第2のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件を変数とする連続関数とを平均して求める工程を含み、前記寸法差評価式作成工程は、マスクにおける前記第1のスペースの幅寸法と前記第2のスペースの幅寸法とが異なる場合に、前記連続関数を、前記第2のスペースの幅寸法が前記第1のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件を変数とする連続関数と、前記第1のスペースの幅寸法が前記第2のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件を変数とする連続関数とを平均して求める工程を含むことを特徴とする請求項3又は4に記載のLSI用パターンのレイアウト作成方法。

【請求項6】 前記レイアウト作成工程は、許容範囲内である寸法差分散幅が複数個あるときには、最も小さい寸法差分散幅と対応するパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいて前記マスクレイアウトを作成する工程を含むことを特徴とする請求項5に記載のLSI用パターンのレイアウト作成方法。

【請求項7】 前記仕上がり寸法評価式は、前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件を変数とする連続関数の多項式であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のLSI

SI用パターンのレイアウト作成方法。

【請求項8】 前記仕上がり寸法評価式は、前記露光条件を変数とする連続関数の多項式であって、該多項式の各係数は前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法を変数とする連続関数よりなることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のLSI用パターンのレイアウト作成方法。

【請求項9】 前記露光条件は、露光光の露光ドーズ量及びフォーカス位置を含み、前記寸法差分散幅算出工程は、前記寸法差評価式に、前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件を、露光光の露光ドーズ量及びフォーカス位置に揺らぎを与えつつ代入することにより、寸法差分散幅を算出する工程を含むことを特徴とする請求項4又は5に記載のLSI用パターンのレイアウト作成方法。

【請求項10】 リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、

LSI用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、

前記仕上がり寸法評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記LSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、前記対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、

算出された仕上がり寸法が許容範囲内であるか否かを判断し、算出された仕上がり寸法が許容範囲内であると判断するときに、前記仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいて前記LSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程と、

作成されたマスクレイアウトに基づいてマスクを製作するマスク製作工程と、

製作されたマスクを用いて、前記対象パターンの仕上がり寸法が許容範囲内であると判断されたときの露光条件で、半導体基板の上に形成されているレジスト膜に対して露光を行なう露光工程とを備えていることを特徴とするLSI用パターンの形成方法。

【請求項11】 リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わさ

れてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、

リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法と目標とするパターン設計寸法との寸法差が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる寸法差評価式を作成する寸法差評価式作成工程と、

LSI用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、

前記仕上がり寸法評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記LSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、前記対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、

前記寸法差評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記LSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、前記対象パターンの仕上がり寸法と目標とする設計パターン寸法との寸法差を算出する寸法差算出工程と、

算出された寸法差が所定値以下であるか否かを判断し、算出された寸法差が所定値以下であると判断するときに、前記仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいて前記LSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程と、

作成されたマスクレイアウトに基づいてマスクを製作するマスク製作工程と、

製作されたマスクを用いて、前記算出された寸法差が所定値以内であると判断されたときの露光条件で、半導体基板の上に形成されているレジスト膜に対して露光を行なう露光工程とを備えていることを特徴とするLSI用パターンの形成方法。

【請求項12】 リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、

リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法と目標とするパターン設計寸法との寸法差が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスク

における第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる寸法差評価式を作成する寸法差評価式作成工程と、

LSI用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、

前記仕上がり寸法評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記LSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、前記対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、

前記寸法差評価式に、前記対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記LSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を、前記パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに前記露光条件のうちの少なくとも1つに揺らぎを与えつつ代入することにより、寸法分散幅を算出する寸法分散幅算出工程と、

算出された寸法分散幅が許容範囲内であるか否かを判断し、算出された寸法分散幅が許容範囲内であると判断するときに、前記仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいて前記LSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程と、

作成されたマスクレイアウトに基づいてマスクを製作するマスク製作工程と、

製作されたマスクを用いて、前記算出された寸法分散幅が所定値以内であると判断されたときの露光条件で、半導体基板の上に形成されているレジスト膜に対して露光を行なう露光工程とを備えていることを特徴とするLSI用パターンの形成方法。

【請求項13】 前記LSI用パターンは、CMOS論理回路を構成する各セルを形成するためのパターンであることを特徴とする請求項10～12のいずれか1項に記載のLSI用パターンの形成方法。

【請求項14】 前記仕上がり寸法算出工程において前記仕上がり寸法評価式に代入されるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法のうちの少なくとも1つは、前記露光工程において露光を行なうための露光光源の波長よりも小さいことを特徴とする請求項10～12のいずれか1項に記載のLSI用パターンの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はLSI用パターンの

マスキレイアウトを作成するレイアウト作成方法及び該レイアウト作成方法を用いて行なうLSI用パターン形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、LSI半導体装置の微細化がますます進んでいるため、LSI半導体装置の微細加工は限界に迫りつつあり、それに伴って、LSI半導体装置の製造工程の1つであるリソグラフィ工程においては、近接効果（露光ビームが半導体基板面で散乱して現像後のレジストパターンの形状が歪む現象）によって生じる設計寸法と加工寸法との差が無視できなくなってきた。そのため、LSIパターンのマスキレイアウトの個別単位である各セルの設計時に、目的とする設計パターン寸法に対して、近接効果による寸法変動分を考慮した補正を行なってパターンの仕上がり寸法を求め、求められた仕上がり寸法に基づいてマスキレイアウト用のパターンデータを作成する必要がある。近接効果は、文字通り、パターン間隔が小さい場合に顕著に現われるため、近接効果による寸法変動分を考慮した補正を行なってパターンの仕上がり寸法を求める方法は、パターンの幅寸法又は該パターンの両側のスペースの幅寸法が露光光源の波長以下であるパターンを形成する場合に特に必要となる。

【0003】以下、近接効果を考慮した補正を行なってパターンの仕上がり寸法を求める従来のLSI用パターンのレイアウト作成方法について、図8に示すフロー図を参照しながら説明する。

【0004】まず、パターンの配置ルール（例えば、パターンの幅寸法、該パターンの両側のスペースの幅寸法）毎に、リソグラフィにおける各露光条件（例えば、露光光源の波長、露光光の干渉度、フォーカス位置、露光量及びレンズの開口数等）に対応する寸法変動量を実験又はシミュレーションにより求め、求めた寸法変動量に基づいてCD（Critical Dimension：リソグラフィ工程におけるパターンの仕上がり寸法）補正テーブルを作成しておく。

【0005】次に、ステップS1において、LSIにおける論理回路を表す回路パターンデータを入力する。パターンの配置状態においては、通常、密なパターン配置と疎なパターン配置とが混在している。例えば、リソグラフィ工程における露光工程において、光を用いる通常の露光プロセスを行なうとすると、CDは、近接効果により、密な配置パターンのとき（パターンの両側のスペースの幅寸法が小さいとき）にはパターンの幅寸法は設計寸法よりも小さくなる一方、疎な配置パターンのとき（パターンの両側のスペースの幅寸法が大きいとき）にはパターンの幅寸法は設計寸法よりも大きくなる。このため、例えば、ゲート電極のゲート長においては、近接効果により設計寸法と仕上がり寸法との間に生じる寸法差が大きくなり、この寸法差が設計上の性能を実現するための許容範囲を超えることがある。

【0006】そこで、ステップS2において、LSI回路用パターンから、CD評価対象例えば、パッドからゲート電極まで延びるゲート配線におけるトランジスタ領域のように寸法制御を必要とする部分を抽出する。

【0007】次に、ステップS3において、抽出された各CD評価対象に対して順次処理を行なう。すなわち、ステップS4において、CD補正テーブルによりパターンデータの修正を行なう。具体的には、パターンの配置ルール毎に求めておいたCD補正テーブルにより、製造工程で使用される露光条件における、近接効果に起因する設計寸法と仕上がり寸法との寸法差を求め、求めた寸法差に応じて各パターンデータを修正する。

【0008】次に、ステップS5において、全てのCD評価対象に対して処理が終了したと判断すると、ステップS6において、設計回路パターンデータを出力する。出力された設計回路パターンは、セルライブラリーとして蓄積され、蓄積されたセルライブラリーに基づいてLSI用パターンのマスキレイアウトを作成し、作成されたマスキレイアウトに基づいてマスクを製作し、製作されたマスクを用いて微細パターンの形成を行なう。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前述したようなレイアウト作成方法によると、設計時において想定された露光条件以外の露光条件の下では近接効果を補正する効果は得られない。例えば、リソグラフィ工程における露光条件の1つである露光光源の干渉度が小さい場合には、疎なパターン配置のときにはパターンの仕上がり寸法が大きくなり、密なパターン配置のときにはパターンの仕上がり寸法が小さくなる一方、露光光源の干渉度が大きい場合には、疎なパターン配置のときにはパターンの仕上がり寸法が小さくなり、密なパターン配置のときにはパターンの仕上がり寸法が大きくなるので、近接効果を考慮した補正が逆効果となることもある。

【0010】また、前述したようなレイアウト作成方法によると、得られるセルライブラリーは、特定の露光条件においては利用可能であるが、露光条件のマージンに対する最適化が行われていないため、異なる露光条件で露光されるLSIに再利用することができない。このため、LSIの大規模化に伴って設計コストが増大すると言う問題がある。

【0011】ところで、LSIの各セルの設計を行なってからLSIの製造を行なうまでの間に、マスクのマージンや歩留まり等の種々の要因によって露光条件を変更しなければならぬ事態が発生することがある。ところが、LSIの大規模化に伴って、パターンの各配置ルール及び各露光条件に対応する寸法補正テーブルの作成に多大の時間が必要になると共に、各セルの設計を行ってからLSIの製造を行なうまでの時間が拡大してきているため、マスキレイアウトの作成時間に制約があるので、露光条件の変更に応じて寸法補正テーブルを作成し

直すことができない。このため、従来のレイアウト作成方法では、設計上の性能を実現する微細なパターンが得られないと言う問題がある。

【0012】また、LSIの大規模化に伴って、パターンの配置ルール及び露光条件が多様化しているため、作成した寸法補正テーブルを再利用することが困難である。このため、従来のレイアウト作成方法では、マスクレイアウト作成工程のコストダウンを図ることができないと言う問題もある。

【0013】本発明は、前述した問題を一挙に解決し、近接効果を考慮したマスクレイアウトを作成する工程において、露光条件が変更になっても、変更後の露光条件に対応するマスクレイアウトを速やかに作成できるようにすると共に、パターン及び該パターンの両側のスペースの各種の幅寸法並びに各種の露光条件に対応する汎用性を有するレイアウト作成方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明は、パターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる評価式を作成しておき、該評価式に、マスクにおけるパターン、第1及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を代入することによりパターンの仕上がり寸法を求めるものである。

【0015】本発明に係る第1のLSI用パターンの作成方法は、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、LSI用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、仕上がり寸法評価式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、算出された仕上がり寸法が許容範囲内であるか否かを判断し、算出された仕上がり寸法が許容範囲内であると判断するときに、仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてLSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程とを備えている。

【0016】第1のLSI用パターンのレイアウト作成

方法によると、仕上がり寸法評価式に、寸法制御の対象となる対象パターンと対応するマスクにおけるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、対象パターンの仕上がり寸法を容易且つ短時間で求めることができると共に、算出された仕上がり寸法が許容範囲内であるときに、仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてマスクレイアウトを作成するので、作成されたマスクレイアウトはリソグラフィ工程における露光条件を考慮したものになっている。

【0017】第1のLSI用パターンのレイアウト作成方法において、仕上がり寸法評価式作成工程は、マスクにおける第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なる場合に、前記の連続関数を、第2のスペースの幅寸法が第1のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときのパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数と、第1のスペースの幅寸法が第2のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときのパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数とを平均して求める工程を含むことが好ましい。

【0018】本発明に係る第2のLSI用パターンのレイアウト作成方法は、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法と目標とするパターン設計寸法との寸法差が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる寸法差評価式を作成する寸法差評価式作成工程と、LSI用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、仕上がり寸法評価式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、寸法差評価式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、対象パターンの仕上がり寸法と目標とする設

計パターン寸法との寸法差を算出する寸法差算出工程と、算出された寸法差が所定値以下であるか否かを判断し、算出された寸法差が所定値以下であると判断するときに、仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてLSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程とを備えている。

【0019】第2のLSI用パターンのレイアウト作成方法によると、寸法差評価式にマスクにおけるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を代入することにより求められた寸法差が所定値以下であるときに、仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてLSI用パターンのマスクレイアウトを作成するため、作成されたマスクレイアウトにおいては、パターン仕上がり寸法とパターン設計寸法との寸法差が所定値以内に収まる。

【0020】本発明に係る第3のLSI用パターンのレイアウト作成方法は、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法と目標とするパターン設計寸法との寸法差が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる寸法差評価式を作成する寸法差評価式作成工程と、LSI用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、仕上がり寸法評価式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、寸法差評価式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を、パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件のうちの少なくとも1つに揺らぎを与えつつ代入することにより、寸法差分散幅を算出する寸法差分散幅算出工程と、算出された寸法差分散幅が許容範囲内であるか否かを判断し、算出された寸法差分散幅が許容範囲内であると判断するときに、仕上がり寸法評価式に

代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてLSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程とを備えている。

【0021】第3のLSI用パターンのレイアウト作成方法によると、寸法差評価式にマスクにおけるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を、パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件のうちの少なくとも1つに揺らぎを与えながら代入することにより求められた寸法差分散幅が許容範囲内であるときに、仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてLSI用パターンのマスクレイアウトを作成するため、作成されたマスクレイアウトにおいては、パターン仕上がり寸法とパターン設計寸法との寸法差の分散幅が許容範囲内に収まる。

【0022】第2又は第3のLSI用パターンのレイアウト作成方法において、仕上がり寸法評価式作成工程は、マスクにおける第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なる場合に、前記の連続関数を、第2のスペースの幅寸法が第1のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときのパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数と、第1のスペースの幅寸法が第2のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときのパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数とを平均して求める工程を含み、寸法差評価式作成工程は、マスクにおける第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なる場合に、前記の連続関数を、第2のスペースの幅寸法が第1のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときのパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数と、第1のスペースの幅寸法が第2のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときのパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数とを平均して求める工程を含むことが好ましい。

【0023】第3のLSI用パターンのレイアウト作成方法において、レイアウト作成工程は、許容範囲内である寸法差分散幅が複数個あるときには、最も小さい寸法差分散幅と対応するパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてマスクレイアウトを作成する工程を含むことが好ましい。

【0024】第1～第3のLSI用パターンのレイアウト作成方法において、仕上がり寸法評価式は、パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数の多項式であることが好ましい。

【0025】また、第1～第3のLSI用パターンのレイアウト作成方法において、仕上がり寸法評価式は、露光条件を変数とする連続関数の多項式であって、該多項

式の各係数はパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法を変数とする連続関数よりなることが好ましい。

【0026】第3のLSI用パターンのレイアウト作成方法において、露光条件は、露光光の露光ドーズ量及びフォーカス位置を含み、寸法分散幅算出工程は、寸法差評価式に、パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を、露光光の露光ドーズ量及びフォーカス位置に揺らぎを与えつつ代入することにより、寸法分散幅を算出する工程を含むことが特に好ましい。

【0027】本発明に係る第1のLSI用パターンの形成方法は、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、LSI用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、仕上がり寸法評価式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、算出された仕上がり寸法が許容範囲内であるか否かを判断し、算出された仕上がり寸法が許容範囲内であると判断するときに、仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてLSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程と、作成されたマスクレイアウトに基づいてマスクを製作するマスク製作工程と、製作されたマスクを用いて、対象パターンの仕上がり寸法が許容範囲内であると判断されたときの露光条件で、半導体基板の上に形成されているレジスト膜に対して露光を行なう露光工程とを備えている。

【0028】本発明に係る第2のLSI用パターンの形成方法は、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法と目標とするパターン設計寸法との寸法差が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を

変数とする連続関数によって表わされてなる寸法差評価式を作成する寸法差評価式作成工程と、LSI用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、仕上がり寸法評価式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、寸法差評価式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、対象パターンの仕上がり寸法と目標とする設計パターン寸法との寸法差を算出する寸法差算出工程と、算出された寸法差が所定値以下であるか否かを判断し、算出された寸法差が所定値以下であると判断するときに、仕上がり寸法評価式に代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてLSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程と、作成されたマスクレイアウトに基づいてマスクを製作するマスク製作工程と、製作されたマスクを用いて、算出された寸法差が所定値以内であると判断されたときの露光条件で、半導体基板の上に形成されているレジスト膜に対して露光を行なう露光工程とを備えている。

【0029】本発明に係る第3のLSI用パターンの形成方法は、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる仕上がり寸法評価式を作成する仕上がり寸法評価式作成工程と、リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法と目標とするパターン設計寸法との寸法差が、マスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにリソグラフィ工程における露光条件を変数とする連続関数によって表わされてなる寸法差評価式を作成する寸法差評価式作成工程と、LSI用パターンを構成する複数のパターンから寸法制御の対象となる対象パターンを抽出する対象パターン抽出工程と、仕上がり寸法評価式に、対象パターンと対応するマスクにおけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を代入することにより、対象パターンの仕上がり寸法を算出する仕上がり寸法算出工程と、寸法差評価式に、対象パターンと対応するマスク

におけるパターンの幅寸法、該パターンの両側に位置するマスクにおける第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びにLSI用パターンを形成するためのリソグラフィ工程における露光条件を、パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件のうちの少なくとも1つに揺らぎを与えつつ代入することにより、寸法差分散幅を算出する寸法差分散幅算出工程と、算出された寸法差分散幅が許容範囲内であるか否かを判断し、算出された寸法差分散幅が許容範囲内であると判断するときに、仕上がり寸法評価式に代入されたパターンの、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてLSI用パターンのマスクレイアウトを作成するレイアウト作成工程と、作成されたマスクレイアウトに基づいてマスクを製作するマスク製作工程と、製作されたマスクを用いて、算出された寸法差分散幅が所定値以内であると判断されたときの露光条件で、半導体基板の上に形成されているレジスト膜に対して露光を行なう露光工程とを備えている。

【0030】第1～第3のLSI用パターンの形成方法において、LSI用パターンは、CMOS論理回路を構成する各セルを形成するためのパターンであることが好ましい。

【0031】また、第1～第3のLSI用パターンの形成方法において、仕上がり寸法算出工程において仕上がり寸法評価式に代入されるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法のうちの少なくとも1つは、露光工程において露光を行なうための露光光源の波長よりも小さいことが好ましい。

【0032】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)以下、本発明の第1の実施形態に係るLSI用パターンのレイアウト作成方法及びLSI用パターンの形成方法について図1のフロー図を参照しながら説明する。

【0033】まず、ステップSA1において、LSIのパターンデータ(活性化領域、不活性化領域、パターンの種類、パターンの幅寸法及び該パターンの両側のスペースの幅寸法等のデータ)及びリソグラフィ工程における露光条件(レンズの開口数、露光光の干渉度、露光光源のフォーカス位置、露光量及び露光光源の波長等の条件)を入力する。

10

30

40

*【0034】次に、ステップSA2において、LSI用パターンを構成する複数のパターンからCD評価対象、すなわち寸法制御を必要とする対象パターンを抽出する。ここで抽出するパターンとしては、例えばゲート配線におけるトランジスタ領域が挙げられ、このゲート配線のトランジスタ領域は、パターンデータにおける活性化領域を表すデータとゲート配線を表すデータとの重なり部から抽出することができる。また、CD評価対象としては、ゲート配線のトランジスタ領域のほかに、パターンの仕上がり寸法がパターンの設計寸法と大きく異なることが予想されるパターン、例えば、パターンの幅寸法、該パターンの両側のスペースの各幅寸法が露光光源の波長以下であるようなパターンを抽出してもよい。

【0035】次に、ステップSA3において、抽出された各パターンに対して順次処理を行なう。すなわち、ステップSA4において、抽出された各パターンのリソグラフィ工程における仕上がり寸法(以下、CDと称する。)を評価するためのCD評価関数式(仕上がり寸法評価式)を作成すると共に、該CD評価関数式にパターンデータ及び露光条件を代入することにより、抽出された各パターンのCDを求める。

【0036】以下、CD評価関数式の作成方法について図2を参照しながら説明する。図2において、1はCD評価対象である対象パターンを示し、2、3は対象パターン1に隣接する第1及び第2の隣接パターンを示し、Lは対象パターン1の幅寸法を示し、S₁は対象パターン1と第1の隣接パターン2との間の第1のスペースの幅寸法を示し、S₂は対象パターン1と第2の隣接パターン3との間の第2のスペースの幅寸法を示している。各パターンのCDは、パターンデータ、例えばパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法、並びにリソグラフィ工程における露光条件、例えば、開口数、干渉度、フォーカス位置及び露光ドーズ量等が決められ、一意的に決まるので、各パターンのCDをパターンデータ及び露光条件の連続関数として表わすことが可能である。例えば、対象パターン1のCDは、テーラー展開された連続関数の多項式よりなる、式(1)で示す第1のCD評価関数式又は式(2)で示す第2の評価関数式で表わすことができる。

【0037】

*【数1】

$$CD = C_0 + \sum_i \alpha_i x_i + \sum_i \alpha_{ii} x_i^2 + \sum_{j < i} \alpha_{ij} x_i x_j + \dots \quad (1)$$

【数2】

$$\begin{aligned} CD = & C_0 + \sum_i \alpha_i (L, S_1, S_2) x_i \\ & + \sum_i \alpha_{ii} (L, S_1, S_2) x_i^2 \\ & + \sum_{j < i} \alpha_{ij} (L, S_1, S_2) x_i x_j + \dots \end{aligned} \quad (2)$$

【0038】式(1)に示す第1のCD評価関数式において、C₀は定数であり、変数X₁、X₂はパターンデータ又は露光条件であって、パターンデータとしては、例えばパターンの幅寸法：L、第1のスペースの幅寸法：S₁、第2のスペースの幅寸法：S₂、等が挙げられ、露光条件としては、例えばレンズの開口数：Na、露光光の干渉度：σ、露光光のフォーカス位置：D、又は露光ドーズ量：E等が挙げられる。また、α₀、α₁₁、α₁₂はテーラー展開された多項式の係数であって、これらの係数はリソグラフィ工程のシミュレーションにより決定することができる。

【0039】第1のCD評価関数式は、パターンデータ及び露光条件を変数とするテーラー展開された多項式で表わされているため、係数が決定された第1の評価関数式を用いると、所望のパターンデータ、例えば所望のパターンの幅寸法：L等、又は所望の露光条件、例えば所望のレンズ開口数：Na等に対応するCDを求めることができる。

【0040】式(2)に示す第2のCD評価関数式において、C₀は定数であり、変数X₁、X₂は露光条件であって、露光条件としては、例えばレンズの開口数：Na、露光光の干渉度：σ、露光光のフォーカス位置：D、又は露光ドーズ量：E等が挙げられる。また、係数α₀、α₁₁、α₁₂は、パターンの幅寸法：L、第1のスペースの幅寸法：S₁及び第2のスペースの幅寸法：S₂の連続関数である。

【0041】第2の評価関数式においては、パターンデータを変数とする連続関数が、露光条件を変数とする連続関数の多項式の係数になっているので、以下に説明するように、低い次数の多項式で精度の良いCDが得られる。

【0042】複数の変数に対して任意の変化をする関数を多項式で表わす場合、通常、変数の次数が高い方が正確に近似することができる。また、多項式の関数においては、或る変数に対する近似が線形的であれば、その変数に対して1次の多項式で正確に近似することができる。すなわち、多項式の関数において、或る変数に対する変化が直線的であれば、その変数に対する項としては低次の項で十分であり、逆に或る変数に対する変化が非直線的であれば、その変数に対する項としては高次の項まで必要となる。

【0043】ところで、リソグラフィにおける仕上がり寸法(CD)は、レンズの開口数：Na、露光光の干渉度：σ、露光光のフォーカス位置：D又は露光ドーズ量：E等の物理量を表わすパラメータに対しては線形的に変化する場合が多く、パターンの幅寸法：L、第1のスペースの幅寸法：S₁及び第2のスペースの幅寸法：S₂等のパターンの寸法及び配置に対するパラメータに対しては非線形的に変化する場合が多い。

【0044】このため、CDを多項式で近似する場合、

全てのパラメータを多項式の変数とするのではなく、CDを線形的に変化させることが多い露光条件のみを多項式の変数とし、CDを非線形的に変化させることが多いパターンの寸法及び配置を変数とする連続関数を多項式の係数とすると、多項式の次数を低くすることができる。従って、第2の評価関数式によると、CD評価関数式を作成するのに要する作業時間を低減することができる。第2の評価関数式の作成に際しては、パターンの幅寸法：L、第1のスペースの幅寸法：S₁及び第2のスペースの幅寸法：S₂の連続関数よりなる係数は、L、S₁及びS₂の各値に対するテーブルデータにすればよい。

【0045】ところで、第1及び第2の評価関数式においては、パターンデータとして、パターンの幅寸法：Lのほかに、第1のスペースの幅寸法：S₁及び第2のスペースの幅寸法：S₂を用いているが、その理由は、これら3つの幅寸法：L、S₁及びS₂が、LSIの中で最も多く存在するCMOSの論理回路を構成する各セルにおけるトランジスタのパターンのCDを決定する上で最も影響が大きい寸法であるためである。もっとも、3つの幅寸法：L、S₁及びS₂以外のパターン寸法を変数として含んでいてもよいが、3つの幅寸法：L、S₁及びS₂を変数としてCD評価関数式を作成する方法は最も効率的である。

【0046】また、第1及び第2のCD評価関数式において、第1のスペースの幅寸法：S₁と第2のスペースの幅寸法：S₂とが異なる場合のCD評価関数F(X₁, ..., X_n, L, S₁, S₂)は、第1のスペースの幅寸法及び第2のスペースの幅寸法が共にS₁である場合のCD評価関数F(X₁, ..., X_n, L, S₁, S₁)と、第1のスペースの幅寸法及び第2のスペースの幅寸法が共にS₂である場合のCD評価関数F(X₁, ..., X_n, L, S₂, S₂)との平均で近似することができる。このことを数式で表現すると下記ようになる。

$$【0047】F(X_1, \dots, X_n, L, S_1, S_2) = \{F(X_1, \dots, X_n, L, S_1, S_1) + F(X_1, \dots, X_n, L, S_2, S_2)\} / 2$$

このことは、第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なる非対称なパターンのCD評価関数を、第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが等しい対称なパターンのCD評価関数から導けることを意味している。その理由は以下に説明するとおりである。

【0048】図3は、リソグラフィ工程で使用されるステッパーの概略構成を示しており、半導体基板10の上に形成されたレジスト膜11の表面において露光光源12から出射された光が結像する状態を示している。露光光源12から出射され半径rの開口部を通過した光は、コンデンサーレンズ14により平行光となった後、マスク15により回折されて回折光となつて、半径Rの瞳レンズ16に到達し、該瞳レンズ16を通過した回折光の

みがレジスト膜11の表面で結像する。この場合、マスク15により回折されて大きい回折角を持った回折光は瞳孔レンズ16の外側を通過するので、レジスト膜11の表面において結像しない。

【0049】図4(a)は第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが互いに等しく且つ大きい第1のパターン配置(左側の図)及び瞳孔レンズの集光面における回折光の分布(右側の図)を示し、図4(b)は第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが互いに等しく且つ小さい第2のパターン配置(左側の図)及び瞳孔レンズの集光面における回折光の分布(右側の図)を示し、図4(c)は第1のスペースの幅寸法が第2のパターン配置におけるスペースの幅寸法と等しく且つ第2のスペースの幅寸法が第1のパターン配置におけるスペースの幅寸法と等しい第3のパターン配置(左側の図)及び瞳孔レンズの集光面における回折光の分布(右側の図)を示している。尚、図4(a)~(c)において、パターン幅寸法は全て等しいものとする。

【0050】図4(a)に示すように、スペースの幅寸法(ラインアンドスペースのピッチ)が大きい場合には、マスク15を通過する光の回折光の回折角が小さいので、1次回折光のみならず高次の回折光も瞳孔レンズ16を通過する。一方、図4(b)に示すように、スペースの幅寸法が小さい場合には、マスク15を通過する光の回折光の回折角が大きいので、1次の回折光のみが瞳孔レンズ16を通過し、高次の回折光は瞳孔レンズ16の外側を通過する。このように、パターン幅寸法が等しくてもスペースの幅寸法が異なると、瞳孔レンズ16を通過する回折光の本数が異なるので、レジスト膜11の表面において結像されるパターン幅寸法が異なる。

【0051】図4(c)に示すように、左側の第1のスペースの幅寸法が小さく且つ右側の第2のスペースの幅寸法が大きい第3のパターン配置の場合、瞳孔レンズ16を通過する回折光の本数は、図4(a)に示す第1のパターン配置における回折光の本数と図4(b)に示す第2のパターン配置における回折光の本数との平均になると考えられる。従って、第3のパターン配置の場合に、レジスト膜11の表面において結像されるパターン幅寸法は、第1のパターン配置の場合にレジスト膜11の表面で結像されるパターン幅寸法と第2のパターン配置の場合にレジスト膜11の表面で結像されるパターン幅寸法との平均になるので、パターンの仕上がり寸法においてラインアンドスペースのピッチ寸法に対する平均法則が成り立つ。第1のスペースの幅寸法及び第2のスペースの幅寸法を種々の値に変形させて実験してみたところ、前述した平均法則が成り立つことを確認することができた。

【0052】従って、第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが等しくて作成が容易である対称なパターン配置を持つパターンのCD評価関数から、第1

のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なる非対称なパターン配置を持つCD評価関数を作成することができる。この方法は、CMOSの論理回路を構成する各セルのトランジスタのパターンにおけるCD評価関数式を作成する際に特に有効な方法である。

【0053】次に、ステップSA5において、第1又は第2のCD評価関数式にパターン寸法及び露光条件を代入することにより得られたパターンのCDと、目標とする設計パターン寸法との寸法差を求める。

【0054】ステップSA6において、全てのCD評価対象に対する処理が完了したと判断すると、ステップSA7において、各パターンのCDが設計寸法に対して許容範囲内であるか否かを判断し、許容範囲外であると判断すると、ステップSA8において、露光条件の変更及び/又はパターンデータの修正を行なった後、ステップSA3に戻る一方、許容範囲内であると判断すると、ステップSA9において、パターンデータ及び露光条件を出力する。各パターンのCDが設計寸法に対して許容範囲内であるか否かを判断する基準としては、得られたパターンのCDと設計パターン寸法との寸法差が所定値以下であるか否かを判断する方法が一例として挙げられるが、これに限らない。

【0055】以上説明した方法によって、設計されたパターンが許容範囲内の精度で得られるようなパターンを作成可能か否かを判断することができると共に、パターンデータを変更することなく露光条件を修正するのみで、設計されたパターンが許容範囲内の精度で得られるようなパターンを作成可能か否かも判断することができる。さらに、後者の機能を利用して、より広範囲な露光条件の下で、設計されたパターンが許容範囲内の精度で得られるようなマスキレイアウトを作成するためのパターンデータを選定することも可能である。

【0056】次に、以上説明した方法を用いて、広範囲な露光条件の下で、設計されたパターンが許容範囲内の精度で得られるようなマスキレイアウトを作成するためのパターンデータを求めた後、該パターンデータに基づいてマスクを製作し、製作されたマスクを用いると共に、CDが許容範囲内であると判断されたときの露光条件を用いて、つまり該露光条件の中心値を実際に半導体装置の製造を行なう際の露光条件に採用して、半導体基板の上に形成されたレジスト膜に対してパターン露光を行なうと、仕上がり寸法が設計されたパターンに対して許容範囲内である微細パターンを形成することができる。

【0057】第1の実施形態によると、LSI回路用パターンを構成するパターンから寸法制御が必要なパターンを抽出し、抽出されたパターンのパターンデータ及びリソグラフィにおける露光条件を、CDに影響を与えるパターンデータ及び露光条件を変数とする連続関数よりなる第1又は第2のCD評価関数式に代入することによ

りCDを求めるので、所望のパターンデータ及び所望の露光条件と対応するCDを容易に求めることができる。また、この機能を用いることにより、広範囲な露光条件の下で、設計されたパターンが許容範囲内の精度で得られるようなマスキレイアウトを作成するためのパターンデータを作成することが可能になると共に、広範囲のプロセスマージンを持つ露光条件を決定することも可能になる。

【0058】(第2の実施形態)以下、本発明の第2の実施形態に係るLSI用パターンのレイアウト作成方法及びLSI用パターンの形成方法について、図5のフロー図を参照しながら説明する。

【0059】まず、第1の実施形態と同様に、ステップSB1において、LSIのパターンデータ及びリソグラフィ工程における露光条件を入力した後、ステップSB2において、LSI用パターンを構成する複数のパターンからCD評価対象、すなわち寸法制御を必要とするパターンを抽出する。

【0060】次に、ステップSB3において、抽出された各パターンに対して順次処理を行なう。すなわち、ステップSB4において、第1の実施形態と同様のCD評価関数式(仕上がり寸法評価式)を作成した後、該CD評価関数式から各パターンのCDを求めると共に、CDエラー評価関数式(寸法差評価式)を作成した後、該CDエラー評価関数式から各パターンのCDエラー(リソグラフィ工程におけるパターン仕上がり寸法と目標とする設計パターン寸法との寸法差)を求める。CDエラー評価式は、パターン仕上がり寸法とパターン設計寸法との寸法差が、マスクにおけるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数よりなる多項式で表わされたものであって、CD評価関数と目標とする設計寸法との差として表わされる。CDエラーは、CDエラー評価関数式に、抽出された各パターンのパターンデータ及びリソグラフィ工程における露光条件を入力することによって求めることができる。

【0061】CDエラー評価関数式においても、CD評価関数式と同様、パターンデータを変数とする連続関数が、露光条件を変数とする連続関数の多項式の係数になっていると、低い次数の多項式で精度の良いCDエラーが得られる。

【0062】CMOSの論理回路を構成する各セルにおけるトランジスタのパターンのCDエラーを決定する上で最も影響が大きいパターンデータが、パターンの幅寸法: L、第1のスペースの幅寸法: S₁、及び第2のスペースの幅寸法: S₂であることも第1の実施形態と同様である。

【0063】また、CDエラー評価関数式において、第1のスペースの幅寸法: S₁と第2のスペースの幅寸法: S₂とが異なる場合のCDエラー評価関数G(x₁,

....., x_n, L, S₁, S₂)は、第1のスペースの幅寸法及び第2のスペースの幅寸法が共にS₁である場合のCDエラー評価関数G(x₁,, x_n, L, S₁, S₁)と、第1のスペースの幅寸法及び第2のスペースの幅寸法が共にS₂である場合のCDエラー評価関数G(x₁,, x_n, L, S₂, S₂)との平均で近似することができる。このことを数式で表現すると下記ようになる。

$$\{0064\} G(x_1, \dots, x_n, L, S_1, S_2) = \{G(x_1, \dots, x_n, L, S_1, S_1) + G(x_1, \dots, x_n, L, S_2, S_2)\} / 2$$

これは、第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なる非対称なパターン配置におけるCDエラー評価関数を、第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが等しい対称なパターン配置におけるCDエラー評価関数から導けることを意味している。この方法は、CMOSの論理回路を構成する各セルのトランジスタのパターンにおけるCDエラー評価関数式を作成する際に特に有効な方法である。

【0065】次に、ステップSB5において、全てのCD評価対象に対する処理が完了したと判断すると、ステップSB6において、各パターンのCDエラーが許容範囲内であるか否かを判断し、許容範囲外であると判断すると、ステップSB7において、露光条件の変更及び/又はパターンデータの修正を行なった後、ステップSB3に戻る一方、許容範囲内であると判断すると、ステップSB8において、パターンデータ及び露光条件を出力する。以上説明した方法によって、設計されたパターンがCDエラーの許容範囲内であるようなパターンを作成可能か否かを判断することができると共に、パターンデータを変更することなく露光条件を修正するのみで、設計されたパターンがCDエラーの許容範囲内であるようなパターンを作成可能か否かも判断することができる。さらに、後者の機能を利用して、より広範囲な露光条件の下で、設計されたパターンがCDエラーの許容範囲内に収まるようなマスキレイアウトを作成するためのパターンデータを選定することも可能である。

【0066】次に、以上説明した方法を用いて、広範囲な露光条件の下で、設計されたパターンがCDエラーの許容範囲内に収まるようなマスキレイアウトを作成するためのパターンデータを求めた後、該パターンデータに基づいてマスクを製作し、製作されたマスクを用いると共に、CDエラーが許容範囲内であると判断されたときの露光条件を用いて、つまり該露光条件の中心値を実際に半導体装置の製造を行なう際の露光条件に採用して、半導体基板の上に形成されたレジスト膜に対してパターン露光を行なうと、CDエラーが設計されたパターンに対して許容範囲内である微細パターンを形成することができる。

【0067】第2の実施形態によると、LSI回路用パターンを構成するパターンから寸法制御が必要なパターンを抽出し、抽出されたパターンのパターンデータ及び

リソグラフィにおける露光条件を、CDに影響を与えるパターンデータ及び露光条件を変数とする連続関数よりなるCDエラー評価関数式に代入することによりCDエラーを求めるので、所望のパターンデータ及び所望の露光条件と対応するCDエラーを容易に求めることができる。また、この機能を用いることにより、広範囲な露光条件の下で、設計されたパターンがCDエラーの許容範囲内に収まるようなマスクレイアウトを作成するためのパターンデータを作成することが可能になると共に、広範囲のプロセスマージンを持つ露光条件を決定することも可能になる。

【0068】(第3の実施形態)以下、本発明の第3の実施形態に係るLSI用パターンのレイアウト作成方法及びLSI用パターンの形成方法について、図6のフロー図を参照しながら説明する。

【0069】まず、第1の実施形態と同様に、ステップSC1において、LSIのパターンデータ、リソグラフィ工程における露光条件及び該露光条件の揺らぎを入力した後、ステップSC2において、LSI用パターンを構成する複数のパターンからCD評価対象、すなわち寸法制御を必要とするパターンを抽出する。

【0070】次に、ステップSC3において、抽出された各パターンに対して順次処理を行なう。すなわち、ステップSC4において、第1の実施形態と同様のCD評価関数式(仕上がり寸法評価式)を作成した後、該CD評価関数式から各パターンのCDを求めると共に、第2の実施形態と同様のCDエラー評価関数式(寸法差評価式)を作成する。

【0071】次に、ステップSC5において、露光条件における揺らぎをCDエラー評価関数に代入することにより、CDエラーの分散を求める。例えば、レンズの開口数: Na 及び露光光の干渉度: σ として種々の所定値を代入すると共に、露光光のフォーカス位置: D 及び露光ドーズ量: E に揺らぎを与えて(フォーカス位置: D 及び露光ドーズ量: E を中心値から両側に少しずつ変化させて)、CDエラーの分散を求める。このようにして、CDエラーの分散を求めると、フォーカス位置: D 及び露光ドーズ量: E の揺らぎに対するCDエラーの分散は一定ではなく、開口数: Na 及び干渉度: σ として特定の所定値を代入したときに、フォーカス位置: D 及び露光ドーズ量: E の揺らぎに対するCDエラーの分散は狭くなることが分かった。

【0072】さらに、フォーカス位置: D 及び露光ドーズ量: E の揺らぎに対するCDエラーの分散幅は、開口数: Na 及び干渉度: σ の値の変化に伴って広くなったり狭くなったりするのみならず、対象パターンが孤立パターンであるか又は密なパターンであるか、つまり対象パターンの両側のスペースの幅が広いのか又は狭いのかによっても変化することも分かった。

【0073】図7(a)、(b)は、開口数: Na と干

渉度: σ との組み合わせを変化させると共に、CD評価関数式の変数である露光条件のうち実際のプロセスにおいて揺らぎを持っていると考えられる露光条件であるフォーカス位置: D 及び露光ドーズ量: E に揺らぎを与えたときのCDエラーの分散幅(μm)を示しており、図7(a)は、 $0.4 \mu m$ のパターン幅を持つ孤立パターンの場合であり、図7(b)は、 $0.4 \mu m$ のパターン幅及び $0.6 \mu m$ のスペース幅を持つ密なパターンの場合である。図7(a)、(b)から明らかなように、孤立パターンの場合には、干渉度: σ が小さいときにCDエラーの分散幅が小さくなり、密なパターンの場合には、開口数: Na が大きくて且つ干渉度: σ が小さいときにCDエラーの分散幅が小さくなることが分かる。

【0074】次に、ステップSC6において、全てのCD評価対象に対する処理が完了したと判断すると、ステップSC7において、各パターンのCDエラー評価関数の和に露光条件における揺らぎを代入することにより、全てのパターンの設計寸法に対するCDエラーの分散を求める。

【0075】次に、ステップSC8において、各パターンのCDエラーの分散幅の最大値が許容範囲内であり且つ全てのパターンのCDエラーの分散幅が許容範囲内であるかを判断し、いずれかのパターンのCDエラーの分散幅の最大値が許容範囲内でないか又は全てのパターンのCDエラーの分散幅が許容範囲内でないときには、ステップSC9において、パターンデータの修正及び/又は露光条件の変更を行なった後、ステップSC3に戻る一方、CDエラーの分散幅の最大値及び全てのパターンのCDエラーの分散幅がそれぞれ許容範囲内であるときには、ステップSC10において、パターンデータ及び露光条件を出力する。

【0076】以上説明した方法によって、設計されたパターンがCDエラーの分散幅の許容範囲内であるようなパターンを作成可能な否かの判断することができると共に、設計パターン寸法に対する寸法ばらつきが最小になるマスクレイアウトを作成するためのパターンデータ及び露光条件を決定することができる。

【0077】次に、以上説明した方法を用いて、広範囲な露光条件の下で、設計されたパターンがCDエラーの分散幅の許容範囲内に収まるようなマスクレイアウトを作成するためのパターンデータを求めた後、該パターンデータに基づいてマスクを製作し、製作されたマスクを用いると共に、CDエラーの分散幅が許容範囲内であると判断されたときの露光条件を用いて、つまり該露光条件の中心値を実際に半導体装置の製造を行なう際の露光条件に採用して、半導体基板の上に形成されたレジスト膜に対してパターン露光を行なうと、CDエラーの分散幅が設計されたパターンに対して許容範囲内である微細パターンを形成することができる。

【0078】第3の実施形態によると、LSI回路用パ

ターンを構成するパターンのうち寸法制御が必要なパターンの集合の、設計パターン寸法に対するばらつきが最小になるパターンデータ及び露光条件を求めることができる。このようにして求められたパターンデータ及び露光条件は設計パターン寸法を実現するために最適化されたものであって、非常に広範囲なプロセスマージンを保有した露光条件になっている。

【0079】以下、第1～第3の実施形態に係るLSI用パターンのレイアウト形成方法及びLSI用パターンの形成方法が、CMOS論理回路を構成する各セルのマスクレイアウトを作成する場合、並びに、パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各寸法幅が露光光源の波長よりも小さい場合に特に有効である理由について説明する。

【0080】従来は、0.248 μ mの波長を持つ露光光源を用いて0.35 μ m程度のデザインルールを持つパターンの形成を行っていた。このような場合には、露光光源の波長がデザインルールよりも短いため、近接効果の影響が小さいので、LSI半導体装置の製造プロセスにおいて近接効果を無視することができた。

【0081】ところが、0.248 μ mの波長を持つ露光光源を用いて0.25 μ m程度のデザインルールを持つパターンの形成を行なう場合には、近接効果の影響が大きくなってくる。すなわち、近接効果は、パターン及びその両側のスペースの幅寸法が露光光源の波長と同程度又はそれ以下になると、顕著に現われてくる。このため、近接効果を考慮しないときには、許容範囲内の精度を持つパターンの形成が困難になり、所望のLSI特性が得られないと言う問題が発生する。従って、0.25 μ m以下のデザインルールを持つLSI用パターンのマスクレイアウトの設計において、近接効果を考慮した補正を行なう必要がある。

【0082】しかしながら、近接効果を考慮した補正は、マスクレイアウトの作成後に露光条件の変更が生じた場合には、役に立たないことになってしまう。

【0083】CMOS論理回路においては、マスクレイアウトの作成開始から、作成されたマスクレイアウトに基づいて製作されたマスクを用いて実際にLSI半導体装置を製造するまでの期間が長いので、この期間に露光条件に変更が生じる可能性が高いのが実状である。ところが、第1～第3の実施形態に係る方法を用いると、マスクレイアウトの作成開始からLSI半導体装置の製造するまでの期間が短縮できるため露光条件の変更が生じる可能性が低減すると共に、露光条件の変更が生じて、変更後の露光条件を考慮したマスクレイアウトを速やかに作成することができる。

【0084】また、動作速度が速いCMOS-LSIほどゲート長において正確な寸法制御が必要になるが、第1～第3の実施形態に係る方法を用いると、ゲート長を正確に制御することが可能になる。

【0085】さらに、CMOS-LSI用のマスクレイアウトの作成に際しては、回路構成の大規模化に伴って、多数のマスクレイアウトをライブラリとして持つことが望まれるが、第1～第3の実施形態に係る方法によると、種々のパターンデータ及び露光条件と対応するマスクレイアウトをライブラリとして持つことが容易になる。

【0086】

【発明の効果】第1のLSI用パターンのレイアウト作成方法によると、仕上がり寸法評価式にマスクにおけるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を代入することにより、パターンの仕上がり寸法を容易且つ短時間で求めることができると共に、代入されたパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてマスクレイアウトを作成するので、露光条件が変更になっても、速やかにマスクレイアウトを作成することができる。

【0087】また、仕上がり寸法評価式において、パターン仕上がり寸法は、マスクにおけるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数によって表わされるため、マスクにおけるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法が異なる場合並びに露光条件が変更になった場合でも、パターン仕上がり寸法が容易に求まるので、仕上がり寸法評価式は極めて汎用性が高い。

【0088】第1のLSI用パターンのレイアウト作成方法において、マスクにおける第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なる場合、仕上がり寸法評価式における連続関数を、第2のスペースの幅寸法が第1のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの連続関数と、第1のスペースの幅寸法が第2のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの連続関数とを平均して求めると、パターンの両側のスペースの各幅寸法が等しいために作成が容易である連続関数を用いて、第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なるパターン配置を持つパターンの連続関数を作成できるので、仕上がり寸法評価式の作成が容易になる。

【0089】第2のLSI用パターンのレイアウト作成方法によると、第1のLSI用パターンのレイアウト作成方法と同様の効果が得られる上に、作成されたマスクレイアウトにおいては、パターン仕上がり寸法とパターン設計寸法との寸法差が所定値以内に収まっているので、精度の高いマスクレイアウトを作成することができる。

【0090】第3のLSI用パターンのレイアウト作成方法によると、第1のLSI用パターンのレイアウト作成方法と同様の効果が得られる上に、作成されたマスクレイアウトにおいては、パターン仕上がり寸法とパターン設計寸法との寸法差の分散幅が許容範囲内に収まっているので、精度の高いマスクレイアウトを作成すること

ができる。

【0091】第2又は第3のLSI用パターンレイアウト作成方法において、マスクにおける第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なる場合、仕上がり寸法評価式及び寸法差評価式における各連続関数を、第2のスペースの幅寸法が第1のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの連続関数と、第1のスペースの幅寸法が第2のスペースの幅寸法に等しいと仮定したときの連続関数とを平均して求めると、パターンの両側のスペースの各幅寸法が等しいために作成が容易である連続関数を用いて、第1のスペースの幅寸法と第2のスペースの幅寸法とが異なるパターン配置を持つパターンの連続関数を作成できるので、仕上がり寸法評価式及び寸法差評価式の実行が容易になる。

【0092】第3のLSI用パターンレイアウト作成方法において、許容範囲内である寸法差分散幅が複数個あるときに、最も小さい寸法差分散幅に対応するパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法に基づいてマスクレイアウトを作成すると、より精度の高いマスクレイアウトを作成することができる。

【0093】第1～第3のLSI用パターンレイアウト作成方法において、仕上がり寸法評価式が、パターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法並びに露光条件を変数とする連続関数の多項式であると、テラ展開された連続関数を用いて仕上がり寸法評価式を作成することができる。

【0094】第1～第3のLSI用パターンレイアウト作成方法において、仕上がり寸法評価式が、露光条件を変数とする連続関数の多項式であり、該多項式の各係数がパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法を変数とする連続関数であると、仕上がり寸法を線形的に変化させることが多露光条件のみが多項式の変数となり、仕上がり寸法を非線形的に変化させることが多幅寸法が多項式の係数になっているため、多項式の次数を低くすることができるので、仕上がり寸法評価式を作成するのに要する作業時間を低減することができる。

【0095】第3のLSI用パターンレイアウト作成方法において、露光条件が露光光のドーズ量及びフォーカス位置を含み、寸法差分散幅を露光光のドーズ量及びフォーカス位置に揺らぎを与えつつ求めると、寸法差分散幅が小さい領域が存在するので、より精度の高いマスクレイアウトを作成することができる。

【0096】第1のLSI用パターンの形成方法によると、第1のLSI用パターンレイアウト作成方法により得られたマスクレイアウトに基づいて製作されたマスクを用いてパターンを形成するため、マスクレイアウトの作成開始からパターン形成までの期間を短縮することができる。

【0097】第2のLSI用パターンの形成方法による

と、第2のLSI用パターンレイアウト作成方法により得られたマスクレイアウトに基づいて製作されたマスクを用いてパターンを形成するため、マスクレイアウトの作成開始からパターン形成までの期間を短縮することができる上に、精度の良いパターンを形成することができる。

【0098】第3のLSI用パターンの形成方法によると、第3のLSI用パターンレイアウト作成方法により得られたマスクレイアウトに基づいて製作されたマスクを用いてパターンを形成するため、マスクレイアウトの作成開始からパターン形成までの期間を短縮することができる上に、精度の良いパターンを形成することができる。

【0099】第1～第3のLSI用パターンの形成方法におけるLSI用パターンが、CMOS論理回路を構成する各セルの形成するためのパターンであると、CMOS論理回路を形成するために要するマスクレイアウトの作成開始からパターン形成までの期間を従来に比べて大きく短縮できるため、CMOS-LSI半導体装置の製造に要する期間を大きく短縮することが可能になる。また、CMOS論理回路を構成するトランジスタのゲート長を正確に制御できるので、動作速度が速いCMOS-LSI半導体装置の特性が向上すると共に、多数のマスクレイアウトをライブラリとして持つことができるので、大規模なCMOS-LSI半導体装置の製造が容易になる。

【0100】第1～第3のLSI用パターンの形成方法において、仕上がり寸法評価式に代入されるパターン、第1のスペース及び第2のスペースの各幅寸法のうちの少なくとも1つが露光光源の波長よりも短いときには、近接効果が顕著に現われるため、従来の方法では露光条件の変更があると、マスクレイアウト設計時間の制約から満足できる仕上がり寸法を持つパターンを形成できなかったが、第1～第3のLSI用パターンの形成方法によると、マスクレイアウト設計時間を大きく短縮できるので、満足できる仕上がり寸法を持つパターンを形成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係るLSI用パターンレイアウト作成方法を示すフロー図である。

【図2】第1の実施の形態に係るLSI用パターンレイアウト作成方法においてCD評価関数を作成する工程を説明するためのパターン配置を示す平面図である。

【図3】リソグラフィ工程において使用されるステッパーの構成を示す概略図である。

【図4】(a)は第1のパターン配置及び瞳レンズの集光面における回折光の分布を示す図であり、(b)は第2のパターン配置及び瞳レンズの集光面における回折光の分布を示す図であり、(c)は第3のパターン配置及び瞳レンズの集光面における回折光の分布を示す図であ

る。

【図5】第2の実施の形態に係るLSI用パターンのレイアウト作成方法を示すフロー図である。

【図6】第3の実施の形態に係るLSI用パターンのレイアウト作成方法を示すフロー図である。

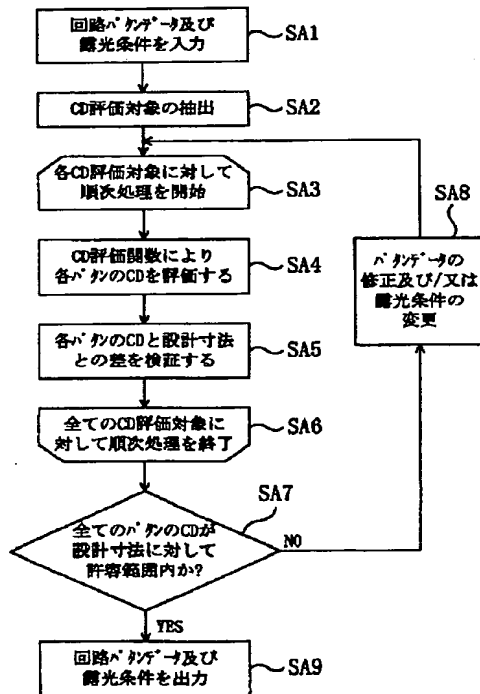
【図7】(a)、(b)は、開口数： Na と干渉度： σ との組み合わせを変化させると共に、フォーカス位置： D 及び露光ドーズ量： E に揺らぎを与えたときのCDエラーの分散幅を示し、(a)は、 $0.4\mu m$ のパターン幅を持つ孤立パターンの場合であり、(b)は、 $0.4\mu m$ のパターン幅及び $0.6\mu m$ のスペース幅を持つ密なパターンの場合である。

*【図8】従来のLSI用パターンのレイアウト作成方法を示すフロー図である。

【符号の説明】

- 1 対象パターン
- 2 第1の隣接パターン
- 3 第2の隣接パターン
- 10 半導体基板
- 11 レジスト膜
- 12 露光光源
- 14 コンデンサーレンズ
- 15 マスク
- 16 瞳レンズ

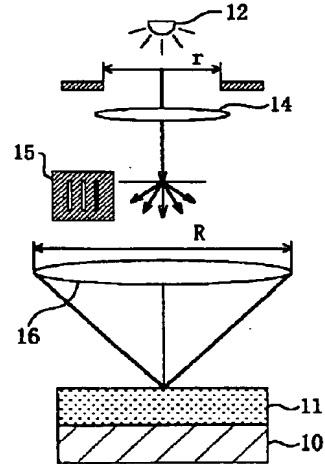
【図1】



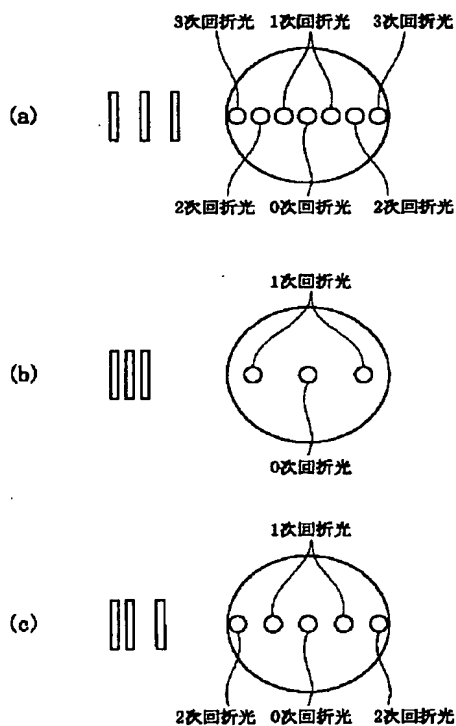
【図2】



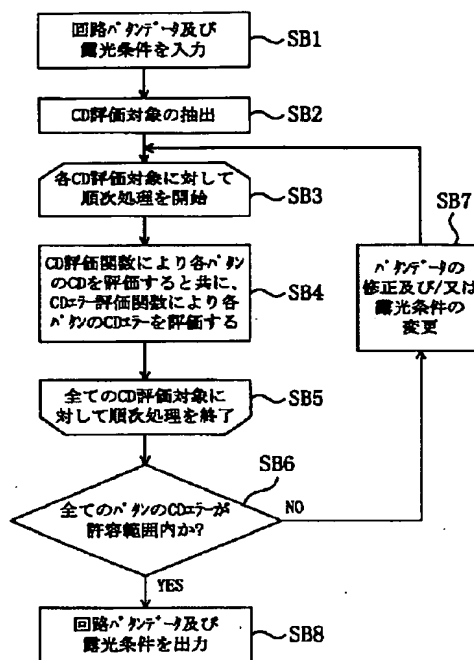
【図3】



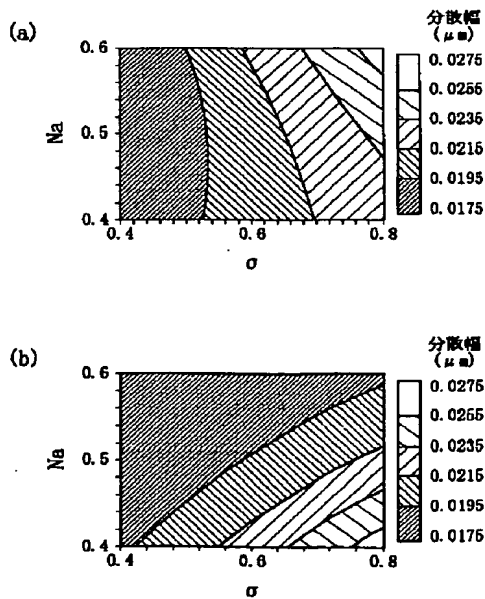
【図4】



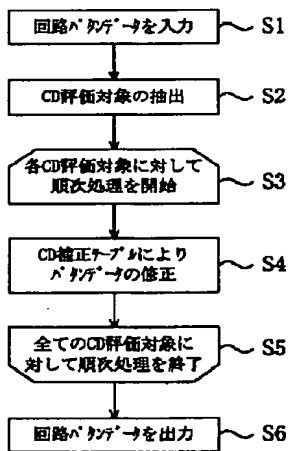
【図5】



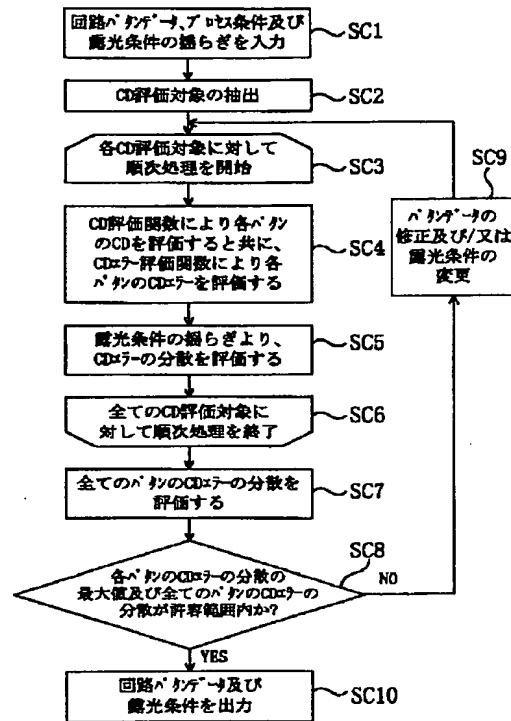
【図7】



【図8】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 小田中 紳二
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 松岡 晃次
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内